

Rec'd PCT/PTO 08 JUL 2004

PCT/JP03/07517

12.06.03

10/500979

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 01 AUG 2003

WIPD PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年11月18日
Date of Application:

出願番号 特願2002-334274
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2002-334274]

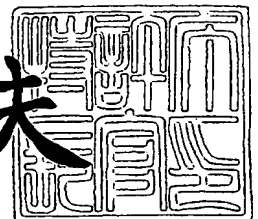
出願人 国土交通省中部地方整備局長
Applicant(s): 信州大学長
吉川建設株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 7月18日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願

【整理番号】 P0261348

【提出日】 平成14年11月18日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 E02B 8/00

【発明の名称】 堆積物搬送機構および堆積物搬送方法

【請求項の数】 7

【発明者】

【住所又は居所】 長野県長野市若里4-17-1 信州大学工学部内

【氏名】 土屋 良明

【発明者】

【住所又は居所】 長野県上伊那郡長谷村大字溝口1527 国土交通省三峰川総合開発工事事務所内

【氏名】 横森 源治

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市中区三の丸2丁目5番1号 国土交通省中部地方整備局内

【氏名】 杉山 勉

【発明者】

【住所又は居所】 長野県上伊那郡長谷村大字溝口1527 国土交通省三峰川総合開発工事事務所内

【氏名】 福本 晃久

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区麴町2-14-2 財団法人ダム水源地環境整備センター内

【氏名】 浦上 将人

【発明者】

【住所又は居所】 長野県飯田市松尾町 2 丁目 2 5 番地 吉川建設株式会社
内

【氏名】 吉川 光國

【発明者】

【住所又は居所】 長野県飯田市松尾町 2 丁目 2 5 番地 吉川建設株式会社
内

【氏名】 渋谷 ▲より▼州

【特許出願人】

【持分】 001/003

【識別番号】 501119757

【氏名又は名称】 国土交通省中部地方整備局長

【特許出願人】

【持分】 001/003

【識別番号】 597100974

【氏名又は名称】 信州大学長

【特許出願人】

【持分】 001/003

【識別番号】 594052191

【氏名又は名称】 吉川建設株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077621

【弁理士】

【氏名又は名称】 綿貫 隆夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100092819

【弁理士】

【氏名又は名称】 堀米 和春

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006725

【納付金額】 7,000円

【その他】 国以外のすべての者の持分の割合 1 / 3

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【物件名】 委任状 1

【援用の表示】 平成14年11月12日提出の包括委任状を援用する

【包括委任状番号】 9811995

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 堆積物搬送機構および堆積物搬送方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 貯水場所における堆積物が堆積した水底面に対向して開口された吸込口部、該吸込口部から鉛直方向へ延びる鉛直管部、および該鉛直管部上部から横方向にほぼ水平に延び、貯水場所よりも低位にある放出部に向けて開口された水平管部を有し、該水平管部が前記貯水場所の水位よりも低い位置に設けられた孔部を液密に貫通するように配置されると共に、貯水場所内の水中に動水勾配線よりも下方となる位置に支持され、さらに、堆積物の搬送時、昇降装置により、前記吸込口部が貯水場所の水底面に対して所要のサイクルで接離するように上下動される搬送管と、

前記搬送管の吸込口部に設けられ、該吸込口部が上下方向に移動可能に進入する、下方に開放された形状をなすカップ状体と、

該カップ状体内に水蒸気を供給する水蒸気供給部と、

前記カップ状体内に圧縮気体を供給する圧縮気体供給部とを具備することを特徴とする堆積物搬送機構。

【請求項 2】 前記カップ状体と共に前記吸込口部側が下降され、吸込口部が水底面に食い込んで該吸込口部が急閉塞されることによって、前記搬送管内の流体の慣性力により吸込口部側の圧力が低下して膨張波が発生し、搬送管内の低濃度部に吸込口部側より順次水柱分離が発生し、

次いで前記カップ状体に対して吸込口部が上昇され、吸込口に進入した高濃度部がプラグとして吸引されると共に、前記圧縮気体供給部から少量の圧縮気体が前記カップ状体内に供給され、前記水蒸気供給部から圧縮気体よりも大量の水蒸気が前記カップ状体内に供給されることによって、水底の高濃度の堆積物、カップ状体内の水、圧縮気体および水蒸気が吸込口部内に流入して、高濃度の堆積物からなるプラグおよびガスプラグが形成されて前記鉛直管部を上昇し、

次いで前記カップ状体が増昇され、前記圧縮気体および水蒸気の供給が停止されることによって、ガスプラグ部の水蒸気が凝縮し、ガスプラグの体積が減少し、前記吸込口部が急開され、これにより吸込口部内に清水が流入され、吸込口部

側の圧力が上昇して圧力波が発生し水柱分離部を凝縮させるサイクルが繰り返されることによって、前記搬送管内に、固・液・気よりなる連成振動子状流れを作り出して堆積物を前記放出部に搬出することを特徴とする請求項1記載の堆積物搬送機構。

【請求項3】 前記圧縮気体供給部が、圧縮空気もしくは炭酸ガスを供給することを特徴とする請求項1または2記載の堆積物搬送機構。

【請求項4】 前記貯水場所に浮かべられる台船を有し、該台船に、前記搬送管を支持する吊持装置と、該搬送管を、前記吸込口部が水底面に対して所要のサイクルで接離するように上下動させる昇降装置と、前記水蒸気供給部と、前記圧縮気体供給部が配置されていることを特徴とする請求項1、2または3記載の堆積物搬送機構。

【請求項5】 前記搬送管内と連通して設けられ、搬送管内の圧力の増減を吸収する圧力吸収部を設けたことを特徴とする請求項1、2、3または4記載の堆積物搬送機構。

【請求項6】 貯水場所における堆積物が堆積した水底面に対向して開口された吸込口部、該吸込口部から鉛直方向へ延びる鉛直管部、および該鉛直管部上部から横方向にほぼ水平に延び、貯水場所よりも低位にある放出部に向けて開口された水平管部を有し、該水平管部が前記貯水場所の水位よりも低い位置に設けられた孔部を液密に貫通するように配置されると共に、貯水場所内の水中に動水勾配線よりも下方となる位置に支持され、さらに、堆積物の搬送時、昇降装置により、前記吸込口部が貯水場所の水底面に対して所要のサイクルで接離するように上下動される搬送管と、前記搬送管の吸込口部に設けられ、該吸込口部が上下方向に移動可能に進入する、下方に開放された形状をなすカップ状体と、該カップ状体内に水蒸気を供給する水蒸気供給部と、前記カップ状体内に圧縮気体を供給する圧縮気体供給部とを具備する堆積物搬送機構を用い、

前記カップ状体と共に前記吸込口部側を下降させ、吸込口部を水底面に食い込ませて該吸込口部を急閉塞することによって、前記搬送管内の流体の慣性力により吸込口部側の圧力を低下させて膨張波が発生させ、搬送管内の低濃度部に吸込口部側より順次水柱分離が発生させ、

次いで前記カップ状体に対して吸込口部を上昇させ、吸込口に進入した高濃度部をプラグとして吸引させると共に、前記圧縮気体供給部から少量の圧縮気体を前記カップ状体内に供給し、前記水蒸気供給部から圧縮気体よりも大量の水蒸気を前記カップ状体内に供給することによって、水底の高濃度の堆積物、カップ状体内の水、圧縮気体および水蒸気を吸込口部内に流入させて、高濃度の堆積物からなるプラグおよびガスプラグを形成して前記鉛直管部を上昇させ、

次いで前記カップ状体を上昇させ、前記圧縮気体および水蒸気の供給を停止することによって、ガスプラグ部の水蒸気を凝縮させ、ガスプラグの体積を減少させ、前記吸込口部を急開し、これにより吸込口部内に清水を流入させ、吸込口部側の圧力を上昇させて圧力波を発生させ水柱分離部を凝縮させるサイクルを繰り返すことによって、前記搬送管内に、固・液・気よりなる連成振動子状流れを作り出して堆積物を前記放出部に搬出することを特徴とする堆積物搬送方法。

【請求項7】 前記圧縮気体供給部から、圧縮空気もしくは炭酸ガスを前記カップ状体内に供給することを特徴とする請求項6記載の堆積物搬送方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は堆積物搬送機構および堆積物搬送方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

浚渫機構として特許第3277489号に示される機構がある。

この浚渫機構は、

排出管を、貯水場所の水位よりも低い位置に設けた堰堤孔部を貫通させて配置すると共に、該排出管を、貯水場所に浮かべられた台船により、貯水場所の水位よりも低い位置に位置するように吊持し、

前記台船に設けられた昇降装置によって、排出管を、吸い込み口が貯水場所の水底面に対して所要のサイクルで接離するように上下動させて、脈動する吸込流である脈動流を得ると共に、堆積物が高い濃度で混合された流れと低い濃度で混合された流れとを交互に発生させるプラグ流を得るようにしたものである。

この浚渫機構によれば、堆積物を排出管の管壁に実質的に抵抗となるように接触させることなく、固液二相流として効率よく排出することができる。

【0003】

【特許文献1】

特許第3277489号公報（特許請求の範囲）

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記従来の浚渫機構にも応用でき、さらに効率よく堆積物を搬送できる堆積物搬送機構および堆積物搬送方法を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】

本発明は上記目的を達成するため次の構成を備える。

すなわち、本発明に係る堆積物搬送機構は、貯水場所における堆積物が堆積した水底面に対向して開口された吸込口部、該吸込口部から鉛直方向へ延びる鉛直管部、および該鉛直管部上部から横方向にほぼ水平に延び、貯水場所よりも低位にある放出部に向けて開口された水平管部を有し、該水平管部が前記貯水場所の水位よりも低い位置に設けられた孔部を液密に貫通するように配置されると共に、貯水場所内の水中に動水勾配線よりも下方となる位置に支持され、さらに、堆積物の搬送時、昇降装置により、前記吸込口部が貯水場所の水底面に対して所要のサイクルで接離するように上下動される搬送管と、前記搬送管の吸込口部に設けられ、該吸込口部が上下方向に移動可能に進入する、下方に開放された形状をなすカップ状体と、該カップ状体内に水蒸気を供給する水蒸気供給部と、前記カップ状体内に圧縮気体を供給する圧縮気体供給部とを具備することを特徴としている。

そして、前記カップ状体と共に前記吸込口部側が下降され、吸込口部が水底面に食い込んで該吸込口部が急閉塞されることによって、前記搬送管内の流体の慣性力により吸込口部側の圧力が低下して膨張波が発生し、搬送管内の低濃度部に吸込口部側より順次、固体表面の低圧部で発生した水蒸気で水柱分離が発生し、次いで前記カップ状体に対して吸込口部が上昇され、吸込口に進入した高濃度部

がプラグとして吸引されると共に、前記圧縮気体供給部から少量の圧縮気体が前記カップ状体内に供給され、前記水蒸気供給部から圧縮気体よりも大量の水蒸気が前記カップ状体内に供給されることによって、水底の高濃度の堆積物、カップ状体内の水、圧縮気体および水蒸気が吸込口部内に流入して、高濃度の堆積物からなるプラグおよび圧縮気体と水蒸気よりなるガスプラグが形成されて前記鉛直管部を上昇し、次いで前記カップ状体が増昇され、前記圧縮気体および水蒸気の供給が停止されることによって、ガスプラグ部の水蒸気が凝縮し、ガスプラグの体積が減少し、前記吸込口部が急開され、これにより吸込口部内に清水が流入され、吸込口部側の圧力が上昇して圧力波が発生し水柱分離部を凝縮させるサイクルが繰り返されることによって、前記搬送管内に、固・液・気よりなる連成振動子状流れを作り出して堆積物を前記放出部に搬出することを特徴としている。

高粘着力のある流体（ビンガム流体）の場合、管壁や固体表面に厚い流体膜が付着し、流れにくくなるが、本発明では、上記構成により、この流体膜の粘着力発生構造を、水柱分離部のキャビテーションによる激しい振動による剪断力で低下させ（チキソトロピー効果）、さらに流体膜中に生じた微小ガス流（マイクロバルーン）が分散したエマルション流れ（エマルション状の流れ）のキャビテーションによる局所的な高圧力により、固体と固体を接触させることなく、固体間に流体を介在させ、常に流体膜を流体潤滑状態の動摩擦係数状態に保ち、高密度、高粘着力体積物であっても高効率で搬送することを可能とする。

【0006】

また、本発明では、前記圧縮気体供給部が、圧縮空気もしくは炭酸ガスを供給することを特徴とする。

前記貯水場所に浮かべられる台船を有し、該台船に、前記搬送管を支持する吊持装置と、該搬送管を、前記吸込口部が水底面に対して所要のサイクルで接離するように上下動させる昇降装置と、前記水蒸気供給部と、前記圧縮気体供給部が配置されていることを特徴とする。

また、前記搬送管内と連通して設けられ、搬送管内のウォーターハンマーによる激しい圧力の増減を吸収する圧力吸収部を設けると好適である。

【0007】

また本発明に係る堆積物搬送方法では、貯水場所における堆積物が堆積した水底面に対向して開口された吸込口部、該吸込口部から鉛直方向へ延びる鉛直管部、および該鉛直管部上部から横方向にほぼ水平に延び、貯水場所よりも低位にある放出部に向けて開口された水平管部を有し、該水平管部が前記貯水場所の水位よりも低い位置に設けられた孔部を液密に貫通するように配置されると共に、貯水場所内の水中に動水勾配線よりも下方となる位置に支持され、さらに、堆積物の搬送時、昇降装置により、前記吸込口部が貯水場所の水底面に対して所要のサイクルで接離するように上下動される搬送管と、前記搬送管の吸込口部に設けられ、該吸込口部が上下方向に移動可能に進入する、下方に開放された形状をなすカップ状体と、該カップ状体内に水蒸気を供給する水蒸気供給部と、前記カップ状体内に圧縮気体を供給する圧縮気体供給部とを具備する堆積物搬送機構を用い、前記カップ状体と共に前記吸込口部側を下降させ、吸込口部を水底面に食い込ませて該吸込口部を急閉塞することによって、前記搬送管内の流体の慣性力により吸込口部側の圧力を低下させて膨張波を発生させ、搬送管内の低濃度部に吸込口部側より順次水柱分離を発生させ、次いで前記カップ状体に対して吸込口部を上昇させ、吸込口に進入した高濃度部をプラグとして吸引させると共に、前記圧縮気体供給部から少量の圧縮気体を前記カップ状体内に供給し、前記水蒸気供給部から圧縮気体よりも大量の水蒸気を前記カップ状体内に供給することによって、水底の高濃度の堆積物、カップ状体内の水、圧縮気体および水蒸気を吸込口部内に流入させて、高濃度の堆積物からなるプラグおよびガスプラグを形成して前記鉛直管部を上昇させ、次いで前記カップ状体を上昇させ、前記圧縮気体および水蒸気の供給を停止することによって、ガスプラグ部の水蒸気を凝縮させ、ガスプラグの体積を減少させ、前記吸込口部を急開し、これにより吸込口部内に清水を流入させ、吸込口部側の圧力を上昇させて圧力波を発生させ水柱分離部を凝縮させるサイクルを繰り返すことによって、前記搬送管内に、固・液・気よりなる連成振動子状流れを作り出して堆積物を前記放出部に搬出することを特徴としている。

また、前記圧縮気体供給部から、圧縮空気もしくは炭酸ガスを前記カップ状体内に供給することを特徴とする。

【0008】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施の形態を添付図面に基づいて詳細に説明する。

図1は、堆積物搬送機構の一例としての浚渫機構を示す断面図である。

この浚渫機構は巨大なダム湖に適用した例を示す。

10は長い搬送管たる排出管であり、土砂等の堆積物22が堆積したダム湖等の貯水場所20の水底（湖底29）に対向して開口された吸込口部12と、その吸込口部12から鉛直上方に延びる鉛直管部13と、鉛直管部13上部から横方向にほぼ水平に延び、貯水場所20よりも低位にあるバイパストンネル等の放出部（放出水路）30に開口する吐出口18を有する水平管部14とを具備する。

【0009】

図2は、長野県にある美和ダムにおけるバイパストンネルの機構を示す。

ダム堤31の上流側に、分派堤33と貯砂ダム34とを設けてある。貯砂ダム

34と分派堤33では、粗い土砂を堰き止め、下流のダム湖に流入する固体量を低下させ、かつ沈積した固体を洪水後に取り出すことを容易にする。これら粗い土砂は、これまでのように機械的に運び出され、コンクリートの材料などに有効利用される。

洪水時には、分派堤33近くに設けたバイパス水路（図示せず）のゲート（図示せず）をあけ、細かい土砂（直径がおおよそ0.1mm程度）を洪水と共にバイパス水路を経てバイパストンネル30に流し、細かい土砂がダム湖に堆積しないようにする。したがって、ダム湖には主としてウォッシュロードと称する極めて粒径の小さな堆積物が堆積することになる。

【0010】

本実施の形態では、バイパストンネル30に通じる補助トンネル（補助水路）32を利用して、浚渫した堆積物を排出する。

前記排出管10の排出端側は、この補助トンネル32内に堰堤孔部24を通じて導かれる。

【0011】

堰堤孔部24は、貯水場所20の水位21よりも低い位置を排出管10が通る

ように、貯水場所20の堰堤25に開口して設けられている。

排出管10の鉛直管部13の上部でほぼ直角に曲げられてほぼ水平方向に延びる水平管部（堰堤孔部24側が若干低くなるように設定される）14は、堆積物の排出時、水中であって、動水勾配線よりも下方となる位置を通るように配置される。

これにより、水頭差エネルギーによって、排出管10内を水流が満たされた状態で流下することとなる（清水の場合）。

清水とは、 ρ （平均密度） ≤ 1.044 の場合のニュートン流体とみなされるものをいう（長野県の美和ダム湖底粘土浚渫の場合）。

なお、 $1.5 > \rho > 1.044$ の場合を高濃度流体といい、ビンガム流体的特性を示す。粘性の高いものを特にビンガム流体という。また、固相率30%以上の場合には、 $\rho \geq 1.5$ となり、粘土の場合を塑性流体といい、固体相の集中している部分（プラグ）が間欠的に存在している場合をプラグ流という。プラグ流の場合、プラグの表面にカプセルのような粘土の膜（流体膜）ができる場合があり、これをカプセル流体という。

【0012】

堰堤孔部24では、水密構造にする必要があるが、この構造を図3により説明する。

42はローラ状の受部材であり、堰堤孔部24内に複数個配設され、排出管10を軸線方向に滑らかに移動可能に受けている。

50はシール部材であり、例えばゴム材でエアバック状に形成されていて、内部に空気が注入されている。このシール部材50は、堰堤孔部24と排出管10との間（排出管10の上下）に配設され、堰堤孔部24と排出管10との間を液密にシールする。

【0013】

シール部材50内の空気を抜くことで、排出管10への締め付けが解除され、排出管10は軸方向に移動可能となる。

上記受部材42は、堰堤の躯体44上に、シール部材50を挟む両側に配設されている。

52は水門板である。水門板52は、堰堤部25（図1）に上下方向に設けた溝部53（図1）内に移動可能に配設され、動力によって上下駆動され、水門（堰堤孔部24）を開閉できるようになっている。

水門板52を下降させ、シール部材50を介して排出管10を挟むことで堰堤孔部24を液密にシールする。

【0014】

次に、36は台船であり（図1）、クレーン37が配設され、クレーン37によって、排出管10を鉛直管部13が鉛直となるように、また水平管部14が動水勾配よりも下方となるように吊り下げている。鉛直管部13と水平管部14との間の曲折部も水中に位置する。クレーン37によって、自在に排出管10の吊り下げ位置を変更することができる。

また、図4に示すように、台船36上には、鉛直管部13、したがって吸込口部12を上下動させる昇降装置38を備える。昇降装置は、鉛直管部13に連結したチェーン62を上下動させるように、例えばクランク装置で構成され、クレーン37によって吊り下げられている排出管10を、その鉛直管部13を約2m程度持ち上げて後、鉛直管部13を自然落下させるように構成されている。

【0015】

昇降装置はクランク装置に限られず、鉛直管部13を上下動させ得るものならばよい。昇降装置の駆動部（図示せず）は、モータやシリンダ装置等を採用できる。

また、クレーン37でなくとも、排出管10を上記のように吊り下げることができるものであればよい。

また、台船36ではなく、場合によってはダム湖内に、支持台（図示せず）を立設し、この支持台により排出管10を支持したり、支持台上に昇降装置を設けてもよい。

この排出管10を支持する支持台としては、水中に浮かぶフロート（図示せず）に構成してもよい。フロート内にエアーを給排して排出管10の高さ調節ができるようにする。また、この場合に、フロートに水密の電動モータ（図示せず）を取り付け、この電動モータにより鉛直管部13を上下動させるようにする。電

動モータへの電気の供給は漏電を避けるためにフロートへのエア供給管（図示せず）の中に沿わせて設けた配線（図示せず）より行うようにする。

【0016】

次に、図5は吸込口12部分の一例を詳細に示す説明図である。

図5に示されるように、吸込口部12は内筒（排出管10）とカップ状体60との二重筒構造となっている。

カップ状体60は上端側が蓋61によって閉塞されてカップ状をなし、排出管10の下端部（以下内筒ということがある）が、この蓋61を上下動自在に、液密、かつ気密に貫通して、カップ状体60内に進入している。カップ状態60の若干上方となる排出管10の部位に連結具62が固定されていて、この連結具62にチェーン63が連結され、チェーン63が上記昇降装置に連繋されることによって、排出管10が昇降可能となっている。

【0017】

カップ状体60は、液密状態で、内筒10に対して相対的に上下動自在になっている。カップ状体60の蓋61と連結具62との間がコイルスプリング65で連結され、このコイルスプリング65の伸縮する範囲でカップ状体60が内筒10に対して移動する。したがって、内筒10が水底よりも上方に引き上げられているときは、カップ状体60はコイルスプリング65が延びた状態で連結具62から吊り下げられた状態となる。

【0018】

カップ状体60内は、孔明き板66によって仕切られ、この孔明き板66を内筒10が移動自在に貫通している。

孔明き板66よりも下方の内筒10上の部位にはストッパ67が固定され、このストッパ67と孔明き板66の間には、ホイールを外したタイヤからなるクッション材68が介挿されている。ストッパ67によって、カップ状体60は、内筒10上に抜け止めして保持される。

【0019】

カップ状体60の下端側には、上に凸の断面半円状をなすグレーチング板（孔明き板）70が固定されている。内筒10の下端側は、このグレーチング板70

の中央に設けられた孔を貫通して上下動可能となっている。

カップ状体 6 0 の孔明き板 6 6 上、およびグレーチング板 7 0 上には、適宜重量調節用の球体が収納されている。この球体はカップ状体 6 0 内で転がり、粘土塊を碎き、スラリー化する作用もする。粘土塊中に微小ガスが含まれるときは、この微小ガスが放出され、後記するマイクロバルーンとして機能する。

カップ状体 6 0 の外周上には、周方向に等間隔をおいて 3 つのチゼル 7 2 が配設されている（図では 1 つのみ図示）。

チゼル 7 2 は、内筒 1 0、カップ状体 6 0 が落下したとき、水底面に突き刺さるように、下端が先鋭に形成されている。また、このチゼル 7 2 にも、適宜引き上げ用のチェーンが連結され、台船 3 6 上からこのチェーンを操作しうるようになっている。

【 0 0 2 0 】

台船 3 6 上には、図 4 に示すように、水蒸気供給部（水蒸気発生装置：ボイラー） 7 3 と、圧縮気体供給部たる圧縮空気供給部（コンプレッサー） 7 4 が配設されている。

水蒸気供給部 7 3 で発生した水蒸気および圧縮空気供給部 7 4 で調整された圧縮空気は、フレキシブルな二重パイプ 7 5 を通じて、カップ状体 6 0 内上部に供給可能になっている。

【 0 0 2 1 】

二重パイプ 7 5 は、図 6 に示すように、外筒 7 6 と内筒 7 7 とからなる。この二重パイプ 7 5 の一端側から二重パイプ内に圧縮空気と水蒸気とが供給される。すなわち、外筒 7 6 内には、接続口 7 8 からパイプ 7 9 を通じて圧縮空気が導入され、内筒 7 7 内には接続口 8 0 a からパイプ 8 1 a を通じて水蒸気が導入される。

二重パイプ 7 5 は、両管端を除いた中途部が、長尺で、かつフレキシブルな、ゴム等の気密な素材から形成された二重パイプをなし、貯水場所の湖底に十分到達可能な長さを有し、かつ屈曲可能になっている。

【 0 0 2 2 】

二重パイプ 7 5 の他端側は、カップ状体 6 0 の蓋 6 1 に連結され、カップ状体

60内に圧縮空気、水蒸気が導入されるのである。

なお、外筒76内には、断熱性に優れる圧縮空気が導入され、水蒸気は内筒77内に導入されるので、水蒸気の冷却による凝結は極力防止される。

また、圧縮気体供給部74からは、二重パイプ75を通じて炭酸ガスをカップ状体60内に供給するようにしてもよい。炭酸ガスは、高圧状態のときは水によく溶解し、低圧になると発泡する。これによりスラリーからなる流体膜中によく分散したマイクロバルーンが作り出され、流体の摩擦抵抗を低減させる。

【0023】

次に浚渫作業について説明する。

浚渫開始前は、吸込口部12が水底より約2mほどの高さとなるように引き上げておく。排出管10は、動水勾配よりも下方となるように配設されているから、水（清水）は、水頭差5.0m以上ならば $L/D=1000$ でも排出管10内を満杯になって流下し、秒速3.6m以上の十分な流速、したがって、十分な慣性力を有するものとなる。

本実施の形態で、基本的には、排出管10を上記のように動水勾配よりも下方となるように配設したことにより、水頭差により浚渫が可能となる。そして、以下に述べる操作を加えることにより、およびこの操作により生じる現象によって、粘土質の堆積物や、短径が管断面の70%程度の石等の重量の大きなものであっても搬送、排出をより効果的に行えるものである。実際、普通の状態では沈降してしまっていて流れない、鉄（ $\rho=7.4$ ）でできたボルトなども搬送、搬出されたことが確認された。

【0024】

上記のように、排出管10内に十分な流速の水流が得られてから浚渫を開始する。

すなわち、まず、昇降装置38を緩めることによって、吸込口部12をカップ状体60と共に自然落下させる。水底までの距離が2mの場合には、約3秒で吸込口部12が水底に到達し、ウォッシュロードなどの非常に粒径の細かい、圧密された硬い粘土状の堆積物の場合には、吸込口部12が0.1秒ほどで約30cm程度水底の粘土層に食い込む。

【0025】

これにより、吸込口部12が急閉塞されることとなり、一方、排出管10内の水は慣性力によってなおも流れようとするから、高濃度部分との境界部に低圧部分が生じ、膨張波となって下流側に伝播する。この粗密波の伝播速度は、パイプラインを弾性係数が $E = 4 \text{ GPa}$ の硬質ゴム製とすると、約 200 m/sec となる。また、低圧部分が生じることから、水中に溶解していた気体が分離し、ときには、圧力が降下してその水温の飽和蒸気圧になって水が蒸発する、水蒸気よりなる空泡、すなわち水柱分離が起こる。この場合キャビテーション（空泡の潰れ）も一部に起こる。すなわち空泡（キャビティ）の発生と潰れが同時に起こる。

水柱分離状態の下流部のところでは、水蒸気の発生とつぶれが同時に激しく起こっている。この水柱分離は、排出管10内の高濃度部分の直下の下流で順次連続して起こるのであり、この水柱分離の下流への伝播速度はほぼ 20 m/sec となる。この水柱分離の伝播は、高圧部、低圧部が交互に発生して伝播することから、あたかもロープの端を持ってロープ端を上下に振ることによりロープにロープの横波が伝わるように、水平管部14に、ロープと同様に、管の軸線方向と交差する方向への波打ち現象を発生させる。この波打ち現象による外部エネルギーは、排出管10（パイプライン）内を、流体を下流に運ぶエネルギーの一つとなる。また、このように水平管部14が大きく波打つことによって、管底に重力沈降しようとする固体を浮上させ、これにより固体を遠方まで搬送する効果も生じる。

【0026】

この状態で、内筒（カップ状体60内の鉛直管部13の部位）10をカップ状体60に対して引き上げつつカップ状体60内に圧縮空気または炭酸ガスを送り込み、次いで水蒸気を送り込む。これにより、また下流側が負圧になっていることと相俟って、吸込口部12内に食い込んでいた、粘土が高い濃度で混合された部分（高濃度部分、すなわちプラグ）が内筒10内を急上昇する。同時に、カップ状体60内のスラリー（場合によっては清水）が内筒10内に入ると共に、内筒10内に圧縮空気、次いで水蒸気が入る。これにより、ガスプラグが形成され

、密度差によるエアリフト状態が作り出されるので、粘性の高い粘土プラグであっても、鉛直管部13内を簡単に上昇するのである。

鉛直管部13を過ぎて水平管部14に流入すると、水蒸気が凝縮し、周辺の密度が大きくなるため、エアーや炭酸ガスは圧縮され、小粒となってスラリー中に分散する。このようにエアー等が小粒となって分散することによって、エアーロック状態の発生も防止できる。なお、エアーロック状態とは、水平管部14に上に凸の屈曲部が生じた場合、この凸部にエアーが溜まると、流動圧がエアーの膨張、収縮作用に吸収され、流れなくなる状態をいう。

上記エアーや炭酸ガスの小粒が、次に膨張波が発生すると、水の表面張力を破壊する源となり、簡単に水柱分離状態を作り出すのである。

【0027】

次いでカップ状体60が引き上げられる（内筒10が所要高さまで引き上げられるとストッパ67によってカップ状体60も引き上げられる）。カップ状体60内が水蒸気と圧縮空気で満たされる状態となっているので、浮力が働き、カップ状体60は容易に引き上げられ、初期の状態に戻る。

カップ状体60を引き上げた直後に水蒸気と圧縮空気の吹き込みを中断すると、水蒸気が凝縮して0.5気圧以下の低圧に急激になることから、1.5気圧以上の吸込口周囲の高圧の清水が急激に流れ込む。すなわち、弁の急開状態となって、これにより、排出管10内に圧力波が発生する。これが排出管10内を伝播する。

【0028】

圧力波が発生することによって、ガスプラグは急激に圧縮されることとなり、また、ガスプラグ中の水蒸気が凝結して水に取り込まれることも相俟って、流体間に衝突が起こり、ガスプラグはさらに圧縮され、急激に圧力が高くなる。このときには、体積の弾性変化を伴う水撃現象が生じると同時に、プラグとガスプラグおよび液体との間で、相対速度差が秒速100mにもなる物体間の非弾性衝突状態が現出され、排出管10中に、固・液・気の三相よりなる、加速度の急変化を有する連成振動子状の流れが生じ、プラグの輸送が効率的になされる。

特に、慣性流体中の物体に密度差があり、衝突と表現されるような加速度の急

変（急発進、急停止）は物体間に圧力差を発生させ、鉄塊のようなものの輸送まで可能にするのである。

なお、水撃現象とはウォーターハンマー現象のことを言い、水であっても圧縮され、体積が小となることを無視できないような衝突現象を言う。

【0029】

上記の吸込口部12の落下、上昇サイクルが繰り返されることによって、排出管10内を流れる流体は、粘土が高い濃度で混合しているプラグ部（高濃度部）と、低い濃度で混合している部分（上記清水部分およびガスプラグ部分。水蒸気ガスプラグ部分は下流側にいくと外部の水により冷やされて消失し、上流部を真空吸引する。）とが交互に発生するプラグ流となる。

【0030】

また、上記のように、高濃度部と高濃度部との間の低濃度部に膨張波（真空波：膨張する波）と圧力波（粗密波）が交互に生じる状況となって、流体は排出管10内で激しく振動する振動流状態で流れ、高い濃度の粘土が、排出管10の管壁にほとんど接触することなく、すなわち、管路抵抗が低い状態で流れるので、排出管10が長くても良好に粘土（土砂）の運搬がなされる。 L （長さ）/ D （直径）が、1000～1500くらいの長い管路であっても、平均流速1.3 m/secで十分良好に高濃度の土砂の排出ができることが確認されたことからわかる。因みに、水頭差が5.0 mで、 $C_v=7 \text{ vol } \%$ 、 $\rho=1.1$ の粘土スラリーを $L/D=100$ で流したとき、スラリーの管内壁付着とスラリー自身の粘性により管閉塞が起こり、流速が0となった。

なお、流体が排出管10内で激しく振動しつつ流れる状況は、排出管10の一部を透明にして観察した結果、各所の水柱分離長さが50 cmにも達し、その負圧により数秒間の逆流現象が生じ、次に上流部からの圧力回復により水柱分離が消失し、長さが0 cmになるとき、秒速100 mにも及ぶ急加速された流体が下流部に衝突する。このように管内を激しく振動しながら流下することが確認された。

図9に管路損失と真体積濃度（固相率）との相関図を示す。 λ はシステム全体の抵抗係数を示す。なお、計算式上、流動に関する係数が数十個になり、解が発

散するため、実用上問題のないλにまとめた。図9は、排出管に、直径15cm、長さ150mのものを用いて、水頭差5.0m、動水勾配 $i = 0.033$ で、種々の固相率の流体の搬送（浚渫）を行った結果を示すものである。

流体がニュートン流体の場合には、流速 3.6 m/sec で支障なく流れる。

ビンガム流体の場合には、本実施の形態のような操作（鉛直管部13の昇降操作等）を行わない（図で脈動無し条件としている）と、まもなく管閉塞が生じ、流れなくなる。

本実施の形態の上記操作を行うことによって、抵抗係数はそれ程増大せず、ビンガム流体はもとより、固相率が30%程度の塑性流体であっても、排出、搬送することができた。

【0031】

上記のように、排出管10内に間隔をおいて発生しているプラグ部間の低濃度部に、膨張波（液状あるいは気体状）、圧力波（液状）が交互に発生して、固・液・気（水柱分離を含む）の三相状態で流れることは、あたかも、長い下り坂を重力で降下中の、連結器（低濃度部）で連結された多数車輛の貨車（高濃度部）が機関車により坂の途中で急発進、急停車されときの状況と似ており、多数の連結器の伸び、縮みの働きによって、少ないエネルギーで、発進あるいは停車できると同様に、少ないエネルギー、すなわち坂の勾配による重力の水平分力と小さな慣性力のシナジー効果（相乗効果）で、高濃度、高粘性流体が排出管10内を、沈降、堆積することなく平均 1.3 m/sec の低速で排出口へ流れるのである。

管の摩耗量は、流速の2乗に比例する実測値から判断しても、システム全体の耐久性が数倍向上していることは明らかである。

【0032】

また、上記のように、水蒸気は凝結して水中に取り込まれる。一方吹き込まれた圧縮空気は、一部は水中に溶解するが、大部分は排出管10の管壁と固体との間の流体膜中に小粒子（マイクロバルーン）となって分散し、流体と共に排出される。このように空気が排出管10の管壁に付着する流体膜中に分散することによって、ますます流体の管路抵抗を減じ、流体が良好に排出される一因となる。

圧縮気体として炭酸ガスを用いると、高圧のときは水に溶解し、低圧のときは発泡するので、上記の連成振動子状態の流れをより作りやすくなる。

このようにして、固相率が30%程度の高濃度ウォッシュロードが圧密された硬くて、かつ非常に粘性の高い堆積物であっても良好に排出できる。

【0033】

なお、圧縮気体供給部74、水蒸気供給部73から、圧縮気体および水蒸気を供給あるいは遮断するのは図示しない電磁バルブによって行い、この電磁バルブの開閉のタイミングは、上記吸込口部12の昇降のタイミング、すなわち、クランク機構等によって構成される前記昇降装置38の駆動のタイミングに合わせて行われるよう制御される。

【0034】

また図示しないが、排出管10の内面にスパイラル状の突起を設け、リブレットを形成することによって（溝部と突起が交互に螺旋状に連続する）、ライフル銃の玉が回転しながら発射されてより抵抗が少なくなるのと同様に、パイプライン内のプラグおよび流体が回転することによってプラグの抵抗がさらに減少し、堆積物がよりスムーズに排出される。また、膨張波発生によって、管断面が増減するが、この管断面増減が上記の回転を一層高める（スピン効果）ことになる（管断面減少により、プラグの回転速度が増し、流体膜間の剪断速度差が大きくなる）。

【0035】

ところで、上記のように、流体中にキャビテーションや水撃現象が生じ、排出管10に作用する破壊力が大きくなる。これによる排出管10の損傷を防止し、システムの耐久性を高めるための機構の一例を図7および図8により説明する。

まず、基本的には、排出管10に作用する破壊力を排出管10自らによって吸収できるように、排出管10には、有機物質で弾性係数Eが、 $E = 4 \text{ GPa}$ 程度のゴム等の弾力性の大きい材料のものを用いるとよい。

なお、管径が100cm以上となる大径の排出管10を使用する場合には、鉄板で補強した断面台形状のゴム板を鉄板側を外側にしてスパイラル状に巻いて接合したフレキシブルなパイプ構造に形成したのものを用いるとよい（図10参照）

【0036】

図7で、80はフロートであり、排出管10の鉛直管部13と水平管部14との間の屈曲部に位置して配置され、排出管10に浮力を付与している。フロート80は、パイプ81により、台船36上の前記圧縮空気供給部74に接続され、圧縮空気の給排がなされる。

82は圧力吸収部であり、排出管10内と連通し、排出管10内の増圧、減圧を吸収し、排出管10に加わる上記破壊力を軽減するようになっている。圧力吸収部82は、排出管10の水平管部14の適宜箇所に設けられるものであり、図示の例では3基連結されている。

【0037】

図8は圧力吸収部82の具体例を示す。

この例では、圧力吸収部82は車のタイヤに類似した構造を用いている。

84はアルミニウム、鉄等の金属からなる保持リングであり、この保持リング84内を排出管10が挿通している。この保持リング84は適宜手段により排出管10外周上に固定されている。また保持リング84は、孔85を通じて、排出管10内と液密、気密に連通している。

【0038】

86は外チューブであり、車のタイヤと同じように、保持リング84外周に嵌め込まれて、保持リング84と共に、密閉したチューブ空間を構成する。87は内チューブであり、外チューブ86内に配設されている。

外チューブ86内には、保持リング86に設けたバルブ88、連結ホース89を通じて圧縮空気および水蒸気が供給される。3基の圧力吸収部82の外チューブ86間は連結ホース89によって連通され、最端部の圧力吸収部82の外チューブ86内には、図6に示すのと同じ構造の二重パイプ75を通じて圧縮空気および水蒸気が供給される。二重パイプ75は、台船90（図7）上に設けられた圧縮空気供給部74および水蒸気供給部73に接続パイプを介して接続される。

【0039】

内チューブ87には、保持リング84に設けたバルブ91、内チューブ87に

設けたバルブ 9 2、これらを連結するホース、さらにはホース 9 3 を介して圧縮空気が供給される。ホース 9 3 は、台船 9 0 上に設けた圧縮空気供給部 9 5 に接続される。また 3 基の圧力吸収部 8 2 の内チューブ 8 7 間は、連結ホース 9 6 によって連通されている。

【 0 0 4 0 】

圧力吸収部 8 2 は上記のように構成されている。

内チューブ 8 7 内の圧力は、外チューブ 8 6 内空間の圧力と平衡状態となり、外チューブ 8 7 を潰れないように保持する役目をするが、場合によっては内チューブ 8 7 は設けなくともよい。

排出管 1 0 内に膨張波が発生し、圧力が低下した場合には、外チューブ 8 6 内から孔 8 5 を通じて圧縮空気および水蒸気が排出管 1 0 内に流入し、これにより排出管 1 0 の急な変形が防止される。また、排出管 1 0 内を比較的大きな石 9 7 等が流れる場合には、排出管 1 0 内に供給される水蒸気が潰れて圧力低下することにより、石 9 7 の流れ方向側に低圧の水柱分離部 9 8 が形成されやすくなり、前記固・液・気の三相よりなる連成振動子状の流れが生じるのを助長し、プラグや石等の輸送がさらに効率的になされる。

【 0 0 4 1 】

排出管 1 0 内に圧力波が発生し、圧力が上昇した場合には、外チューブ 8 6 内に水が流入し、排出管 1 0 内の圧力の突発的な上昇を吸収することから排出管 1 0 の急激な変形を防止できる。

このように、圧力吸収部 8 2 を設けることにより、流体中にキャビテーションや水撃現象が生じてても、圧力吸収部 8 2 により圧力変化を吸収でき、固体輸送に必要な脈動状態を保つことができ、かつ排出管 1 0 の損傷を極力防止できる。

【 0 0 4 2 】

上記圧力吸収部 8 2 は、フロートの役目もするので、水平管部 1 4 の適所に適宜間隔をおいて配設することで、水平管部 1 4 を動水勾配以下の所に容易に配置できるようになる。

なお、圧力吸収部 8 2 は上記構成には限定されない。例えば、単にフロート状に形成し、排出管 1 0 内と孔もしくは適宜パイプを介して連通して、排出管 1 0

内の圧力変化を吸収するようにしてもよい。

【0043】

ダム湖等における浚渫の場合、大洪水時には、ダム湖内にも 3 m/sec 以上の急激な水流が発生し、排出管 10 にも極めて大きな力が作用し、排出管 10 が大きなダメージを受けるおそれがある。

このような大洪水の場合には、排出管 10 全体を湖底に沈めるようにするとよい。

そのためには、台船 36 からの吊りのワイヤーなどを緩め、また二重パイプ 75 やパイプ 81、93などを緩め、さらには、フロート 80 や圧力吸収部 82 内の気体を排出して、排出管 10 を湖底に沈めるようにする。湖底は水流の流速が小さくなるため、排出管 10 へのダメージを小さくすることができる。

【0044】

上記実施の形態では、ダム湖に堆積した堆積物の浚渫を例に説明したが、これに限られるものではない。池や湖沼等の貯水場所や海における浚渫にも吸入側と排出側に水位差（圧力差）を付けることにより当然利用できる。

あるいは、タンカー内の積み荷である例えば石炭や鉄鉱石をタンカー内から排出する場合にも、タンカー内に水を注入した後、上記実施の形態と同様の構造でもって水流と共に石炭や鉄鉱石を外部に排出するなど、貯水場所内に堆積した堆積物を外部に搬送する、堆積物の搬送機構にも応用しうるものである。

また、 $\rho = 7.4$ の鉄塊を浚渫した事実より、パイプライン内の急な圧力差による急な加速度の変化を与える上記の機構は、深海の有用物質の採取やメタンハイドレードの採取機構としても応用しうる。

また、固、液、気の連成振動子状流れが生じることから、原油の長距離輸送にも好適である。

特に、パイプラインの吸込口での弁の急閉、急開によるパイプライン内の急な圧力の変化は心臓の脈動にも通じ、吸込口での膨張波の発生機構は、人工心臓の血液中の赤血球や血小板の輸送に応用でき、その際、赤血球の変形能や血小板の凝集能の活性化（刺激）にも寄与する。

【0045】

以上本発明につき好適な実施例を挙げて種々説明したが、本発明はこの実施例に限定されるものではなく、発明の精神を逸脱しない範囲内で多くの改変を施し得るのももちろんである。

【0046】

【発明の効果】

本発明によれば、上述したように、搬送管内に間隔をおいて発生しているプラグ部間の低濃度部に、膨張波（液状あるいは気体状に発生する低圧部：真空波）、圧力波（液状）が交互に発生して、固・液・気（水柱分離を含む）の三相よりなる連成振動子状の流れが生じ、あたかも、連結器（低濃度部）で連結された貨車（高濃度部）が機関車により急発進、急停車されるときとの状況と似ており、バネでできた連結器の伸び、縮みの働きによって、少ないエネルギーで、発進あるいは停車できるのと同様に、少ないエネルギー、すなわち小さな慣性力であっても、重力（水頭差；圧力差）との相乗効果で、高濃度、高粘土の流体が搬送管内を長距離流れるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

ダム湖での浚渫機構の例を示す説明図、

【図2】

美和ダムの構造を示す説明図、

【図3】

搬送管（排出管）の堰堤孔部での固定機構を示す説明図、

【図4】

台船の説明図、

【図5】

吸込口部分におけるカップ状体の構造を示す説明図、

【図6】

二重パイプの構造を示す説明図、

【図7】

圧力吸収部の説明図、

【図 8】

圧力吸収部のさらに詳細を示す説明図である。

【図 9】

管路損失と固相率との相関図である。

【図 1 0】

排出管の一例を示す断面図である。

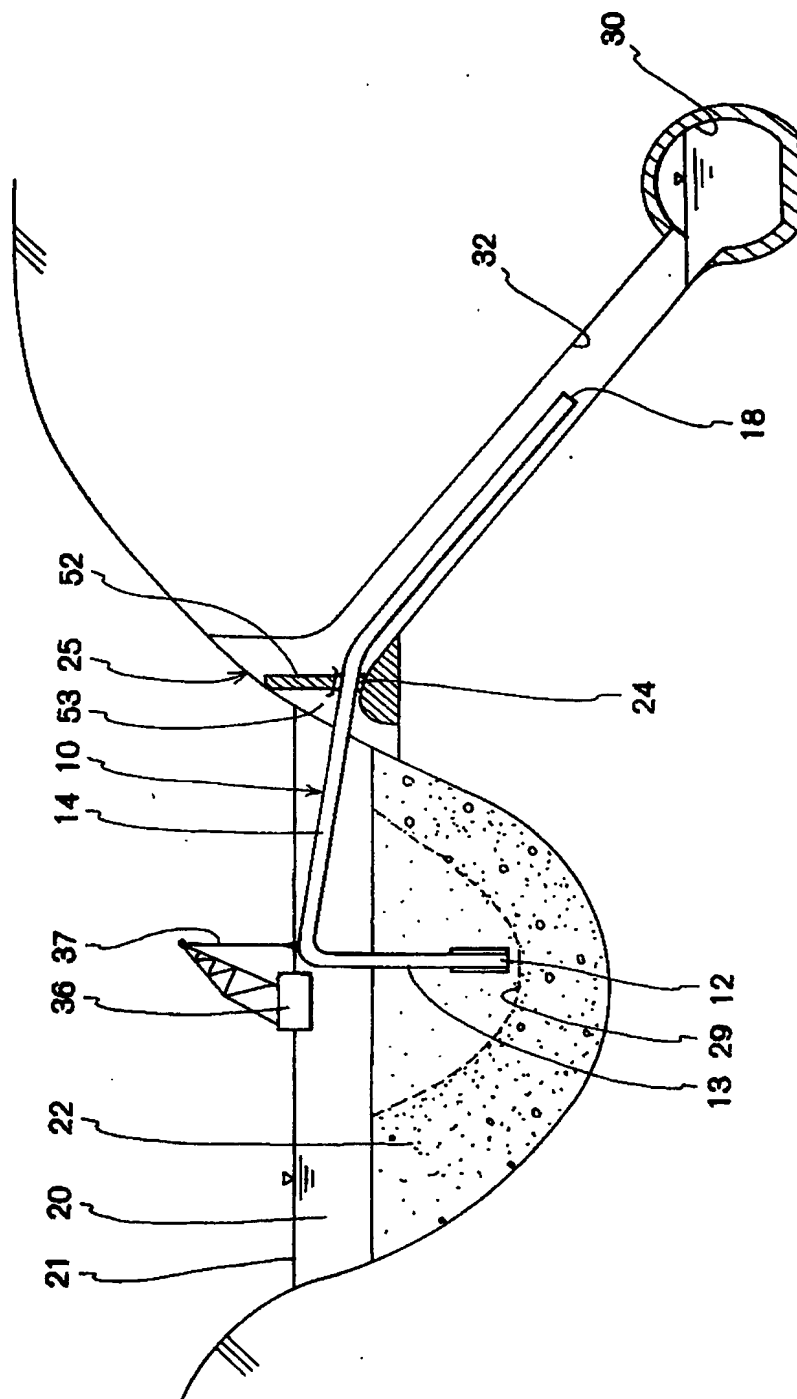
【符号の説明】

- 1 0 排出管
- 1 2 吸込口部
- 1 3 鉛直管部
- 1 4 水平管部
- 1 8 吐出口
- 2 0 貯水場所
- 2 2 堆積物
- 2 4 堰堤孔部
- 3 0 放出部
- 3 6 台船
- 3 7 クレーン
- 3 8 昇降装置
- 6 0 カップ状体
- 7 2 チゼル
- 7 3 水蒸気供給部
- 7 4 圧縮空気供給部
- 7 5 二重パイプ
- 8 2 圧力吸収部

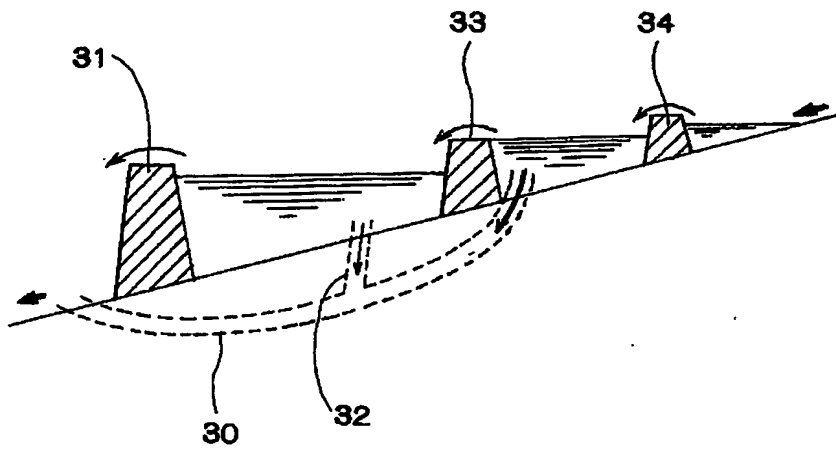
【書類名】

図面

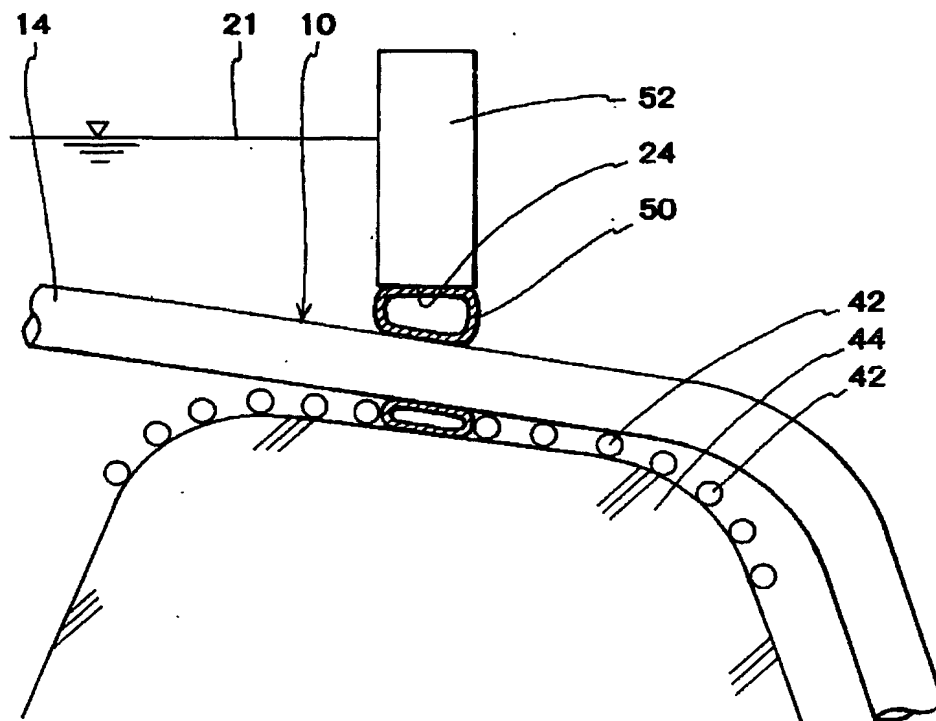
【図 1】



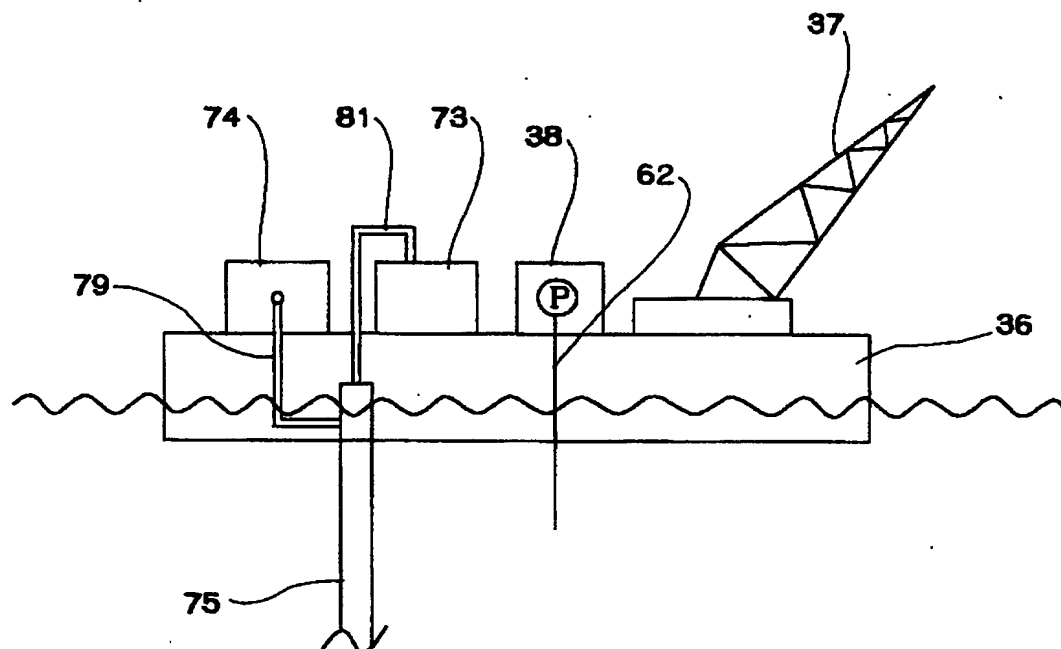
【図 2】



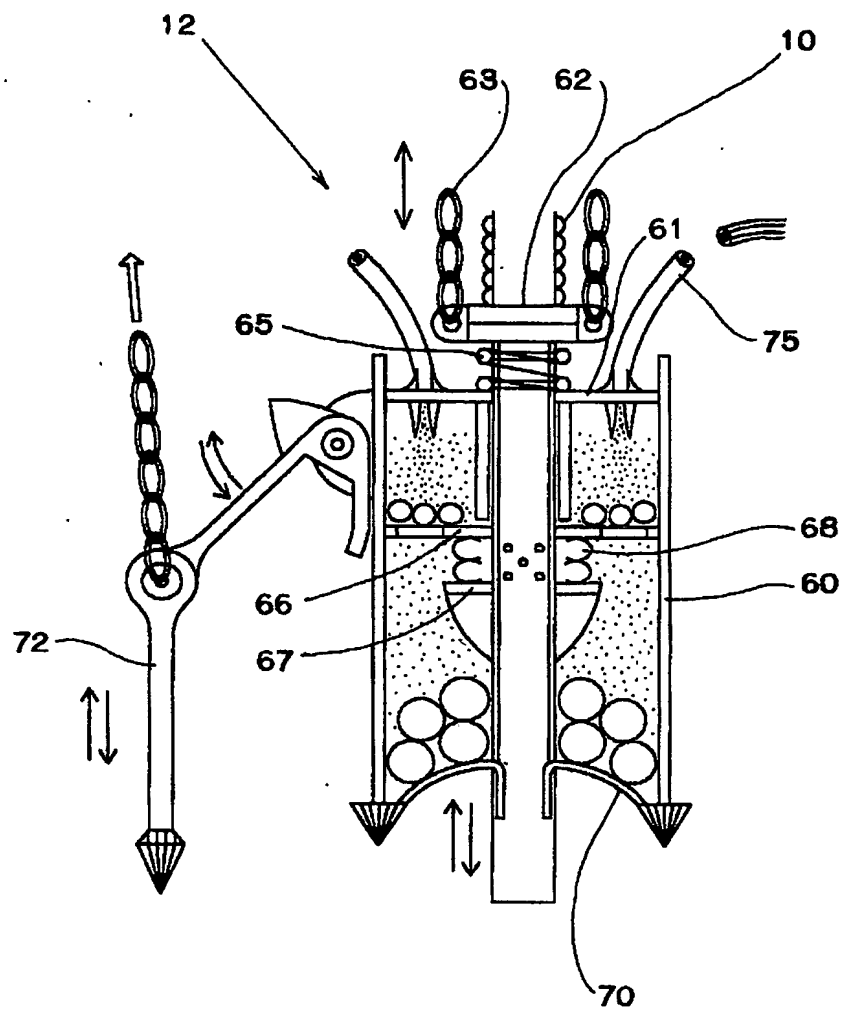
【図 3】



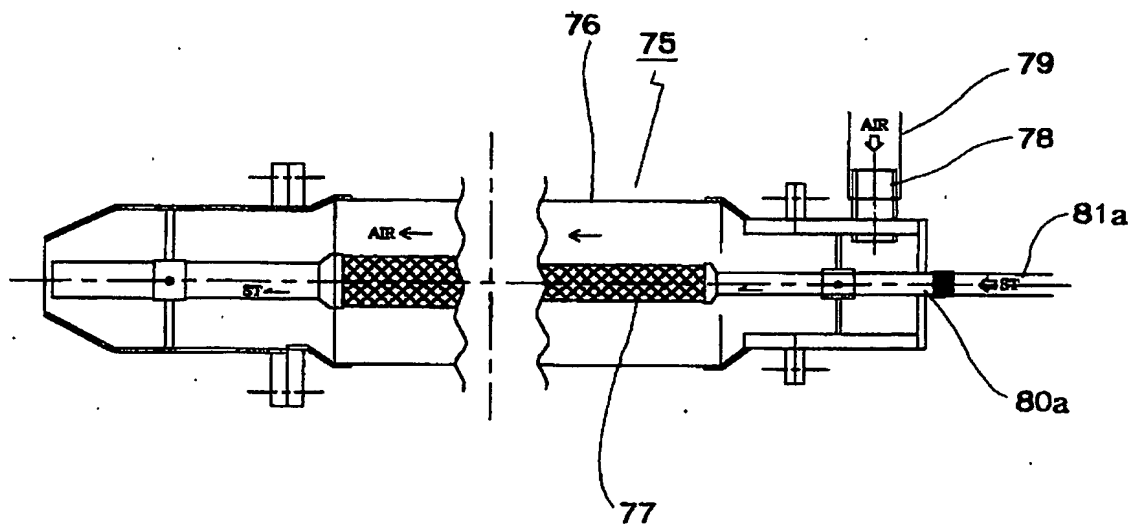
【図4】



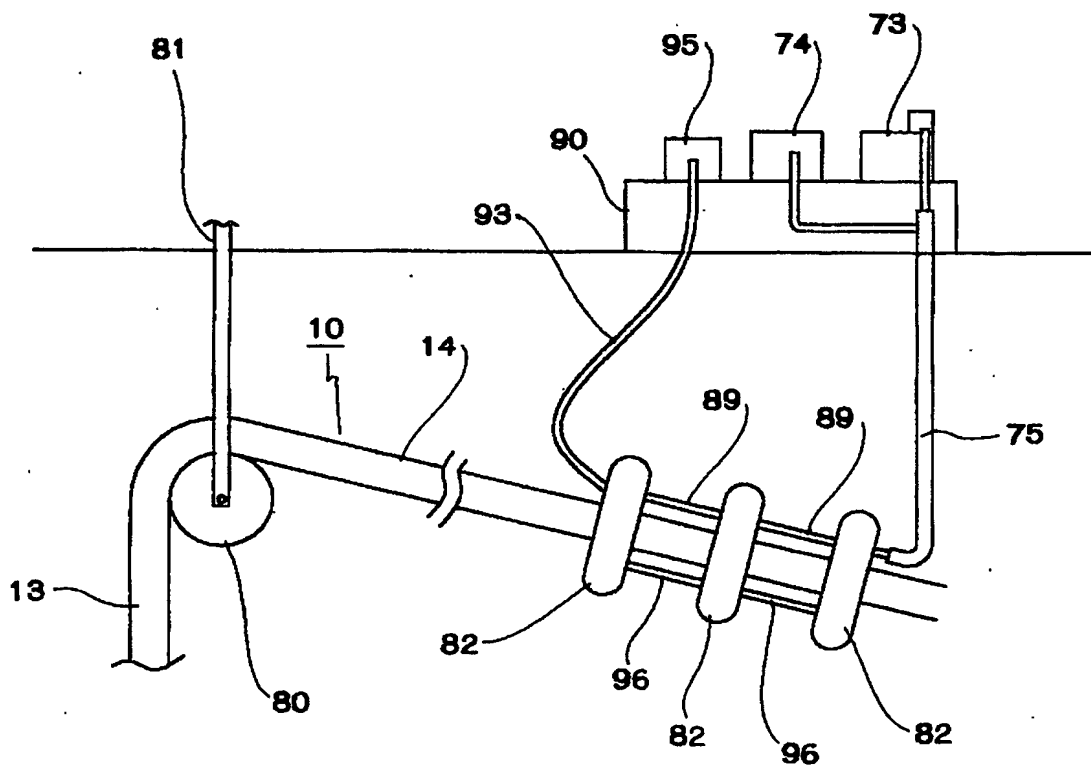
【図5】



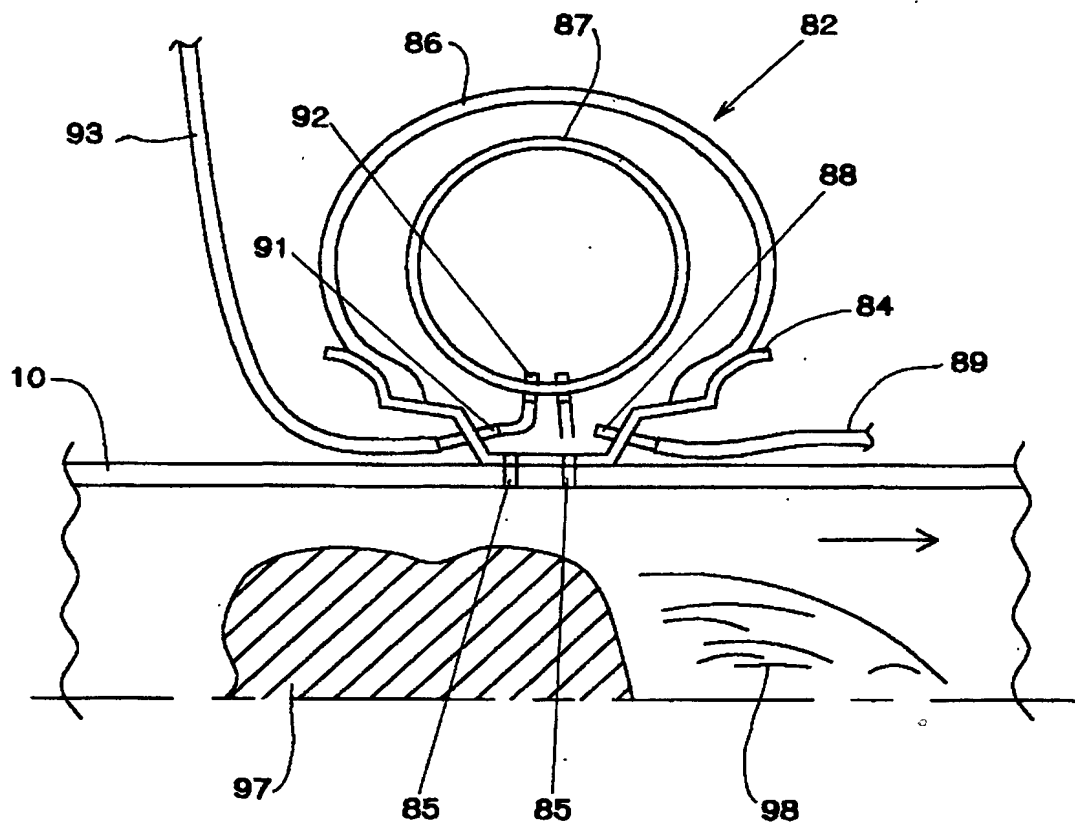
【図 6】



【図 7】

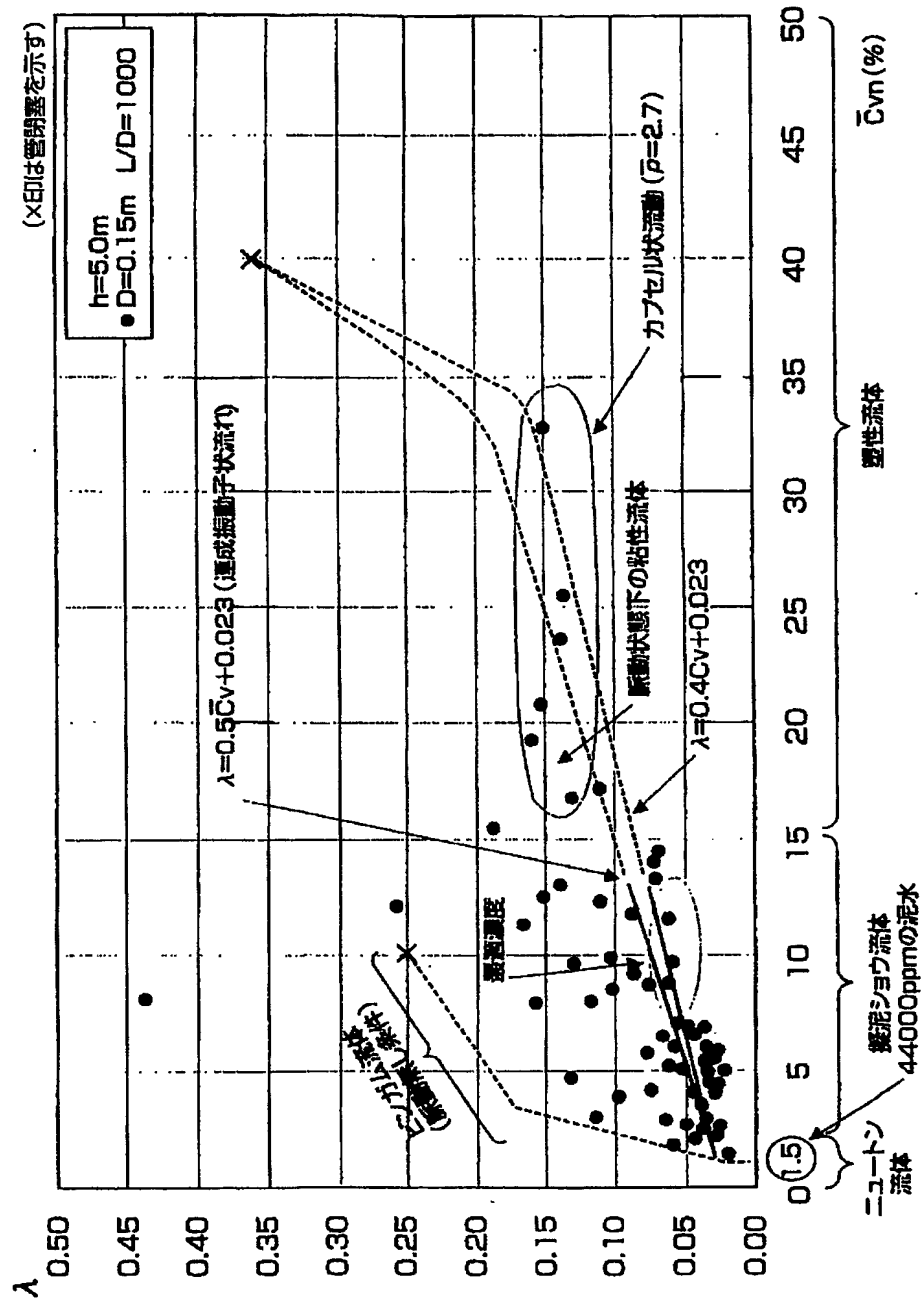


【図8】

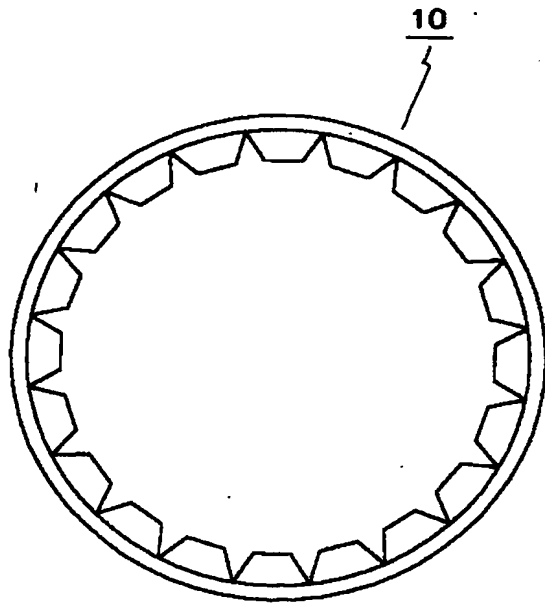


【図 9】

管路損失と真体積濃度 (固相率) の相関図とその説明



【図10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 効率よく堆積物を搬送できる堆積物搬送機構を提供する。

【解決手段】 吸込口部 1 2、鉛直管部 1 3、横方向にほぼ水平に延びる水平管部 1 4 を有し、該水平管部 1 4 が貯水場所内の水中に動水勾配線よりも下方となる位置に支持され、さらに、堆積物の搬送時、昇降装置 3 8 により、吸込口部 1 2 が貯水場所の水底面に対して所要のサイクルで接離するように上下動される搬送管 1 0 と、搬送管 1 0 の吸込口部 1 2 に設けられ、該吸込口部 1 2 が上下方向に移動可能に進入する、下方に開放された形状をなすカップ状体 6 0 と、該カップ状体 6 0 内に水蒸気を供給する水蒸気供給部 7 3 と、カップ状体 6 0 内に圧縮気体を供給する圧縮気体供給部 7 4 とを具備する。

【選択図】 図 5

特願 2002-334274

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[501119757]

1. 変更年月日

2001年 2月19日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県名古屋市中区三の丸2丁目5番1号

氏 名

国土交通省中部地方整備局長

特願 2 0 0 2 - 3 3 4 2 7 4

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[5 9 7 1 0 0 9 7 4]

1. 変更年月日
[変更理由]

住 所
氏 名

1 9 9 7 年 7 月 1 5 日
新規登録
長野県松本市旭 3 - 1 - 1
信州大学長

特願 2002-334274

出願人履歴情報

識別番号

[594052191]

1. 変更年月日

1994年 3月25日

[変更理由]

新規登録

住 所

長野県飯田市松尾町2丁目25番地

氏 名

吉川建設株式会社